

7 Bashkirtseva, I., Ryashko, L., and Tsvetkov, I. Sensitivity analysis of stochastic equilibria and cycles for discrete dynamic systems // Dyn. Contin., Discrete Impulsive Syst. Ser. A17 – 2010 – p.501–515.

8 Irina Bashkirtseva, Lev Ryashko, Anna Sysolyatina. Analysis of stochastic effects in Kaldor-type business cycle discrete model // Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation, Volume 36 – 2016 – p.446-456, ISSN 1007-5704.

ИЗУЧЕНИЕ СОРБЦИИ МЫШЬЯКА НОВЫМ КОМПОЗИТНЫМ СОРБЕНТОМ

Польшина Т. Д., Маковская О. Ю.

Уральский федеральный университет г. Екатеринбург, Россия

tanyapolshina@yandex.ru

Аннотация. В работе изучена эффективность использования соединений железа для очистки водных сред от мышьяка. Предложено наносить активный слой на более крупнозернистый материал для ускорения процесса фильтрации. В качестве материалов-носителей рассмотрены глинозем и кварц. Приведены результаты растровой электронной микроскопии и инфракрасной спектроскопии. Представлены данные по емкости полученных модификаций сорбента при сорбции ионов As в статических условиях. Показано, что максимальной емкостью обладает сорбент на основе SiO₂. Изучена способность исследуемых сорбентов к регенерации.

Ключевые слова: мышьяк, сорбция, оксигидрат железа, синтез, композитный сорбент, глинозем, кварц.

THE STUDY OF SORPTION OF ARSENIC BY A NEW COMPOSITE SORBENT

Polshina T. D., Makovskaya O. Yu.

Ural Federal University, Ekaterinburg, Russia

Abstract. The efficiency of iron compounds application for aqueous media purification from arsenic has been studied. It is proposed to apply the active layer to a coarser material to accelerate the filtration process. Alumina and silica are considered as carrier materials. The results of scanning electron microscopy and infrared

spectroscopy are presented. The data on the capacity of the obtained sorbent modifications for the sorption of As ions under static conditions are presented. It is shown that the sorbent on the basis of SiO₂ possesses maximum capacity. The possibility of regeneration of investigated sorbents was studied.

Key words: arsenic, sorption, iron oxyhydrate, synthesis, composite sorbent, alumina, silica.

Сорбционные свойства оксигидратов железа (ОГЖ) давно известны. Одним из наиболее перспективных сорбентов на основе железа является акаганеит. В отличие от других форм оксигидрата железа акаганеит содержит туннельные структуры, в которых ионы Cl⁻ стабилизированы водородной связью и могут, при определенных условиях, быть замещены на OH--группу.

Метод синтеза исследуемого сорбента основан на создании условий формирования оксигидрата железа β-модификации при гидролизе солей трехвалентного железа. Оксигидрат железа (β-FeOOH) получен выдержкой раствора хлорида железа (III) при температуре 85 °С в течение 24 ч. Полученный осадок отделяли от раствора центрифугированием, после чего промывали и высушивали на воздухе.

Микрофотография синтезированного образца ОГЖ, полученная методом сканирующей электронной микроскопии представлена на рисунке 1.

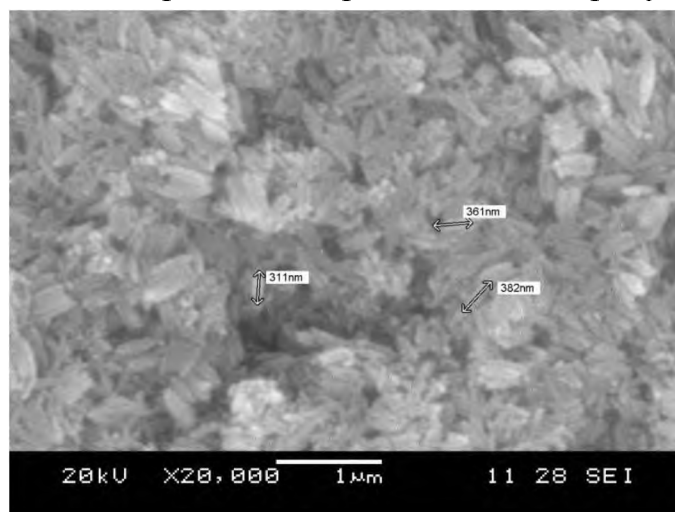


Рисунок 1 - Микрофотография синтезированного образца ОГЖ

Данное соединение образуется в виде наноразмерных частиц. С одной стороны, такие частицы обладают большой удельной площадью поверхности, что обуславливает высокие сорбирующие качества материала по отношению к ряду элементов. С другой стороны, это создает трудности при отделении сорбента от раствора фильтрацией. Для ускорения данного процесса опробован

способ осаждения сорбирующего вещества на более крупнозернистый носитель. В качестве такого материала рассмотрены глинозём и кварц.

Проведена серия экспериментов с целью определения условий синтеза, позволяющих получить композитный сорбент с максимальной емкостью по мышьяку, где в качестве материала-носителя использован глинозем. В качестве изменяемых факторов рассмотрены концентрация железа (III) в диапазоне от 0,1 до 0,5 М и концентрация сульфата натрия в диапазоне от 0 до 150 г/дм³. Пульпу выдерживали при 85 °С, варьируя продолжительность синтеза от 8 до 24 часов. Определено, что при концентрации сульфата натрия в растворе от 50 до 100 г/дм³ сплошность покрытия максимальна. Также, установлено, что продолжительность синтеза сорбента практически не влияет на величину его статической обменной емкости по мышьяку. Для получения композитного сорбента с максимальной емкостью по мышьяку концентрация ионов железа (III) должна составлять 0,3 моль/дм³.

Емкость полученных сорбентов по мышьяку определяли в статических условиях. Предварительно навеску сорбента, массой 1 г выдерживали в растворе NaOH (0,1 М), максимально насыщая кристаллическую структуру оксигидрата железа OH--группами. Сорбцию проводили на модельном растворе мышьяка с концентрацией ионов As 100 мг/дм³, объемом 100 см³, при температуре 25 оС. Результаты эксперимента приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Результаты сорбции

Соединение	Акаганеит	Кварц	Кварц (мод.)	Глинозем	Глинозем (мод.)
СОЕ, мг/г	10,31	0,54	6,05	2,46	3,62

Емкости композитных сорбентов, полученных модификацией различных носителей значительно отличаются. СОЕ сорбента определяли с учетом массы носителя, поэтому разница в емкости композитных сорбентов, полученных на разных носителях обусловлена с одной стороны различной плотностью материала, а с другой удельной площадью его поверхности. Среди рассмотренных композитных сорбентов комбинация на основе кварца показала максимальную емкость по мышьяку.

Проведен гранулометрический анализ полученного композитного сорбента на базе частиц глинозема. Состав был определен методом лазерной дифракции на приборе фирмы Sympatec. После обработки результатов было выявлено, что образец содержит около 90 % фракции 50 размером от 20 до 100 мкм. Данные, полученные в ходе анализа, приведены на рисунке 2.

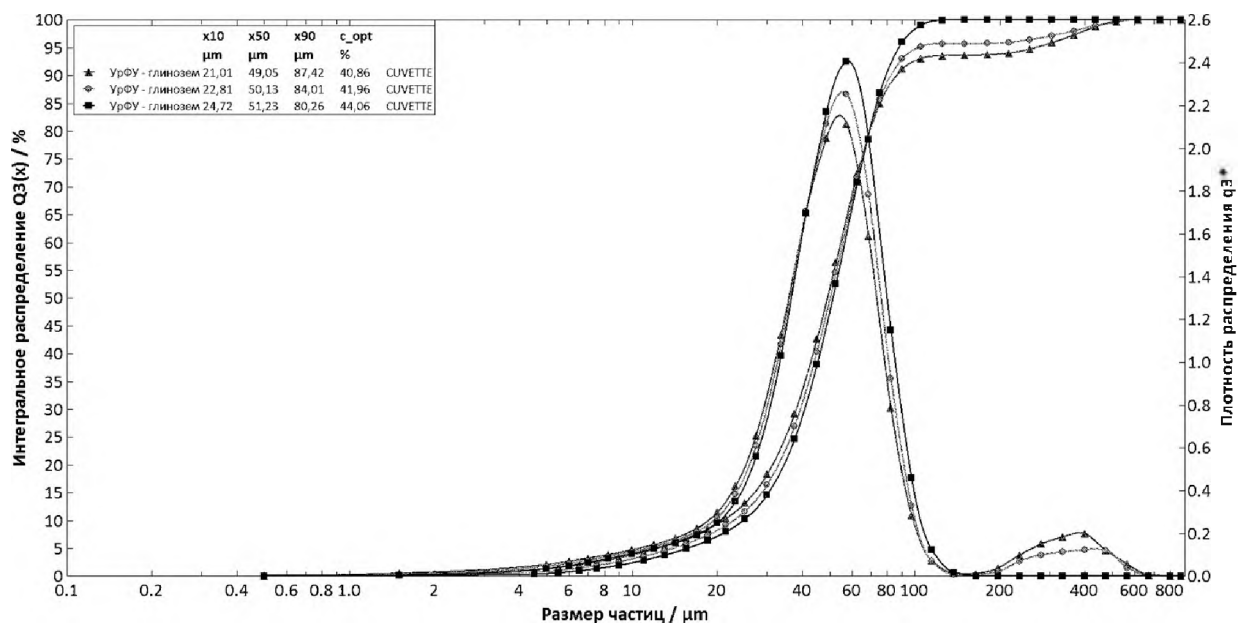


Рисунок 2 - Гранулометрический состав композитного сорбента

По данным результатам можно оценить скорость разделения твердой и жидкой фаз. Акаганеит состоит из наночастиц, поэтому его отстаивание протекает крайне медленно. Сорбенты на основе кварца и глинозема проявили себя лучше, поэтому нанесение сорбента на матрицу предпочтительно с технологической точки зрения.

Изучена способность исследуемых сорбентов к регенерации. Десорбцию проводили раствором NaOH (0,1 М) в статическом режиме при 60 °С, в течение 1 ч. Степень десорбции композитного сорбента на базе частиц глинозема составила 67,54 %, на базе частиц кварца 63,3 %. Полученные композитные сорбенты проявляют способность к регенерации, однако, степень десорбции невелика, что может быть связано с тем, что часть мышьяка необратимо сорбируется в виде труднорастворимого соединения.

На рисунках 3-4 приведены ИК-спектры композитного сорбента на базе частиц кварца после синтеза и после сорбции мышьяка.

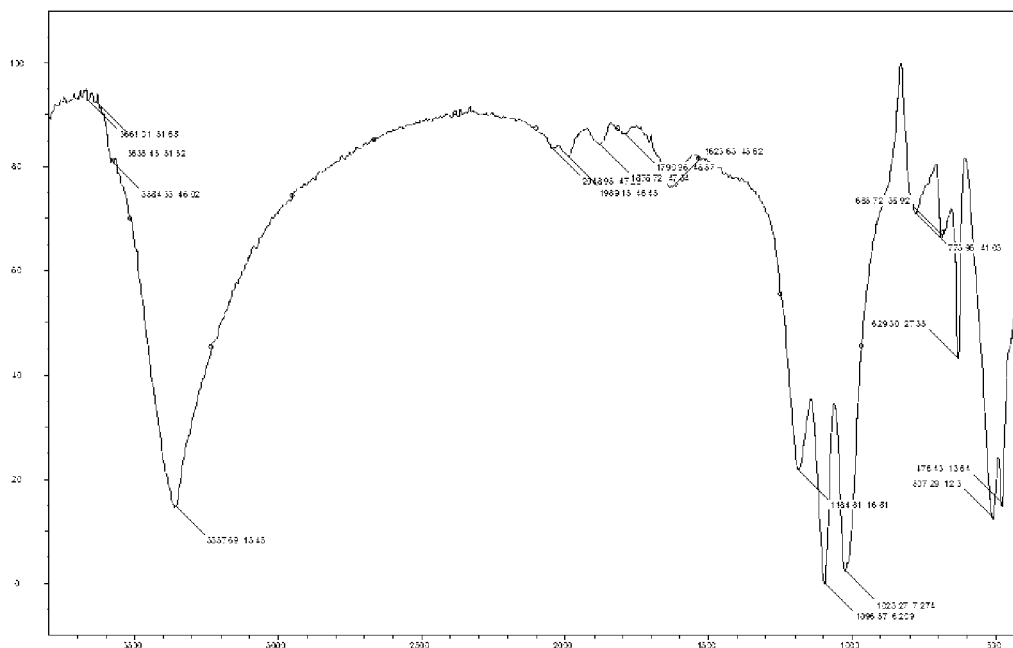


Рисунок 3 - ИК-спектр ОГЖ-Кварц после синтеза

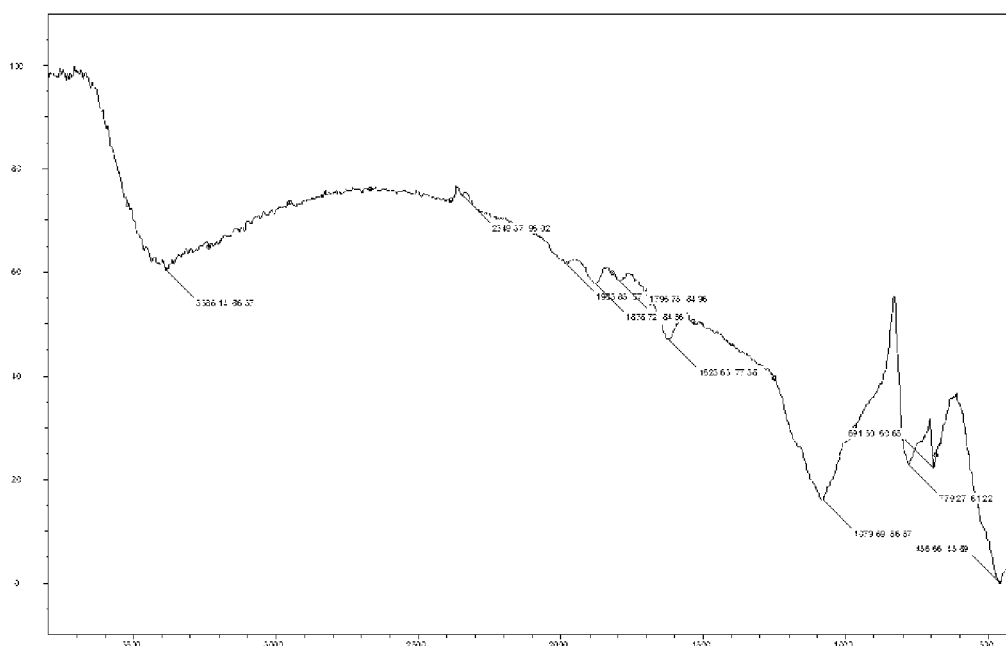


Рисунок 4 - ИК-спектр ОГЖ-Кварц после сорбции мышьяка

В ИК-спектрах сорбента после сорбции мышьяка наблюдается существенное уменьшение интенсивности пика 3357 см^{-1} , отвечающего за валентные колебания ОН-групп на поверхности ОГЖ. Можно предположить образование поверхностного комплекса между ОН-группами и молекулами сорбтива.

Полосы поглощения 1070 , 798 , 465 см^{-1} характерны для каркасных колебаний и связей Si-O-Si в кремнеземе [1]. В области $450\text{--}500\text{ см}^{-1}$ наблюдается

ослабление интенсивности полос, относящихся к связи Fe-O. Колебания анионов AsO_4^{2-} проявляются в области 890-720 и 475-330 см^{-1} .

Таким образом, по результатам анализа ИК-спектров можно предположить, что происходит как адсорбция иона на акаганеите (полосы 456,66 и 779 см^{-1}), которая сопровождается дегидратацией ОГЖ, так и сокристаллизация с гидроксидом железа в виде FeAsO_4 или FeAsO_3 (полоса 691,5 см^{-1}) [2].

По результатам проведенных исследований можно сделать вывод, что мышьяк сорбируется частично в виде поверхностных комплексов с OH⁻-группой сорбента, а частично в виде труднорастворимого соединения. Таким образом, предложенный композитный сорбент можно использовать многократно, с частичной десорбцией мышьяка. После снижения сорбционной емкости до уровня, не обеспечивающего качество очистки, можно проводить десорбцию легкоудаляемых комплексов и захоранивать сорбент.

Полученный композитный сорбент может быть использован для очистки для очистки сточных вод от ионов мышьяка. Данный сорбент обладает рядом преимуществ: недорогой синтез из доступных реагентов, возможность регенерации в отличие от многих неорганических сорбентов, сорбент не вносит примеси в технологические растворы, при условии правильной эксплуатации.

Список литературы

- 1 Айлер, Р. Химия кремнезема / Р. Айлер. – Москва : Мир, 1982. – Ч. 2. – 712 с.
- 2 Даниленко, Н.Б. Реакции в разбавленных растворах солей, протекающие при диспергировании металлов импульсными электрическими разрядами : автореф. дис. на соиск. уч. ст. канд. хим. наук : 02.00.04 / Н.Б. Даниленко. – Томск. – 2007. – 22 с.

ВИСМУТЗАМЕЩЕННЫЕ МОЛИБДАТЫ КАЛЬЦИЯ $\text{Ca}_{1-3x}\text{Bi}_{2x}\text{F}_x\text{MoO}_4$: АТТЕСТАЦИЯ И СВОЙСТВА

Пьянкова Д.В., Михайловская З.А., Буянова Е.С., Петрова С.А.

Уральский федеральный университет г. Екатеринбург, Россия

dianapyankova@gmail.com, zozoikina@mail.ru

Аннотация. Серия допированных висмутом молибдатов кальция